futuro
Suplemento de ciencias de **Página/12**
Año 16 / N° 832 | 26 . 02 . 2005

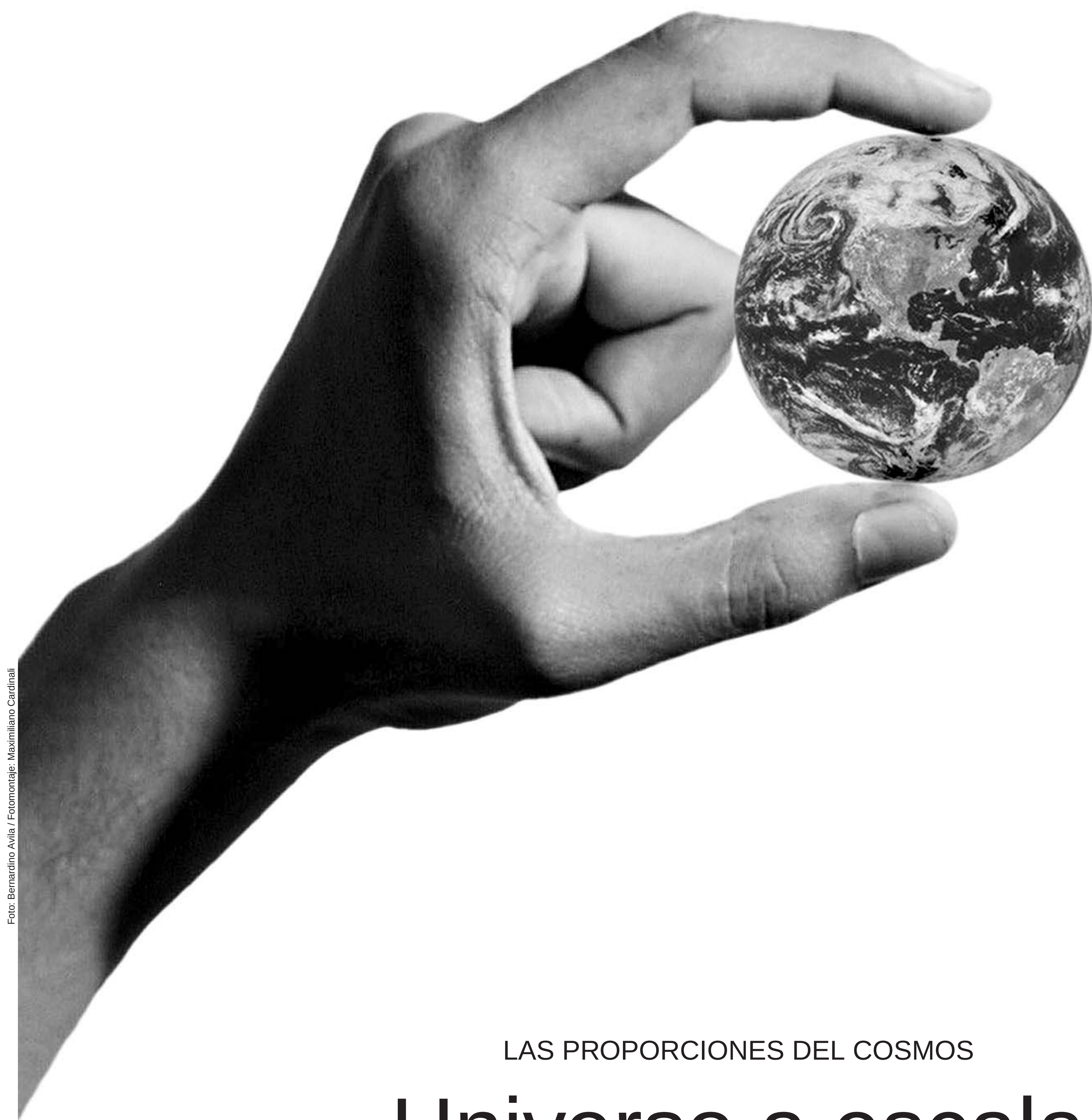


Foto: Bernardino Avila / Fotomontaje: Maximiliano Cardinali

LAS PROPORCIONES DEL COSMOS

Universo a escala

Hasta hace apenas 500 años, el ser humano pensaba que habitaba cómodamente en un universo compacto, modesto y privado, en el que la Tierra era el centro neurálgico de todo lo existente. Pasaron Copérnico, Galileo, Newton, Hubble y Einstein y desde entonces el barrio fue ampliándose demencialmente: ahora, el cosmos –un mar de miles de millones de galaxias– es percibido por los científicos como una inmensidad imaginariamente inabarcable, en continua expansión y sin bordes estrictos. **Futuro** decidió romper las distancias y jugar a ver qué pasaría si el universo tuviera calles, si la Tierra fuera una bolita de un centímetro de diámetro, si Júpiter tuviera el tamaño de un pomelo y Neptuno, el de una nuez. A continuación, el vertiginoso resultado.

MARTE Y LOS FALSOS ANUNCIOS

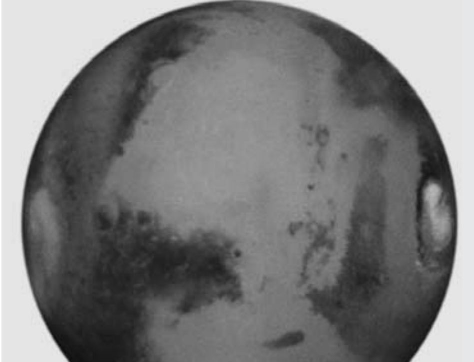
Vida, ¿dónde estás?

POR FEDERICO KUKSO

En esta ocasión, la NASA se lavó las manos. No quiere, ni por asomo, salir nuevamente al ruedo y anunciar con pruebas menos que firmes la existencia de vida en Marte y repetir así uno de los *bluffs* más recordados de su rocambolesca historia cuando el anuncio de que un grupo de científicos norteamericanos había hallado en un meteorito marciano fósiles de bacterias, escaló posiciones hasta salir propelido de la boca del presidente Bill Clinton en una conferencia de prensa de 1996.

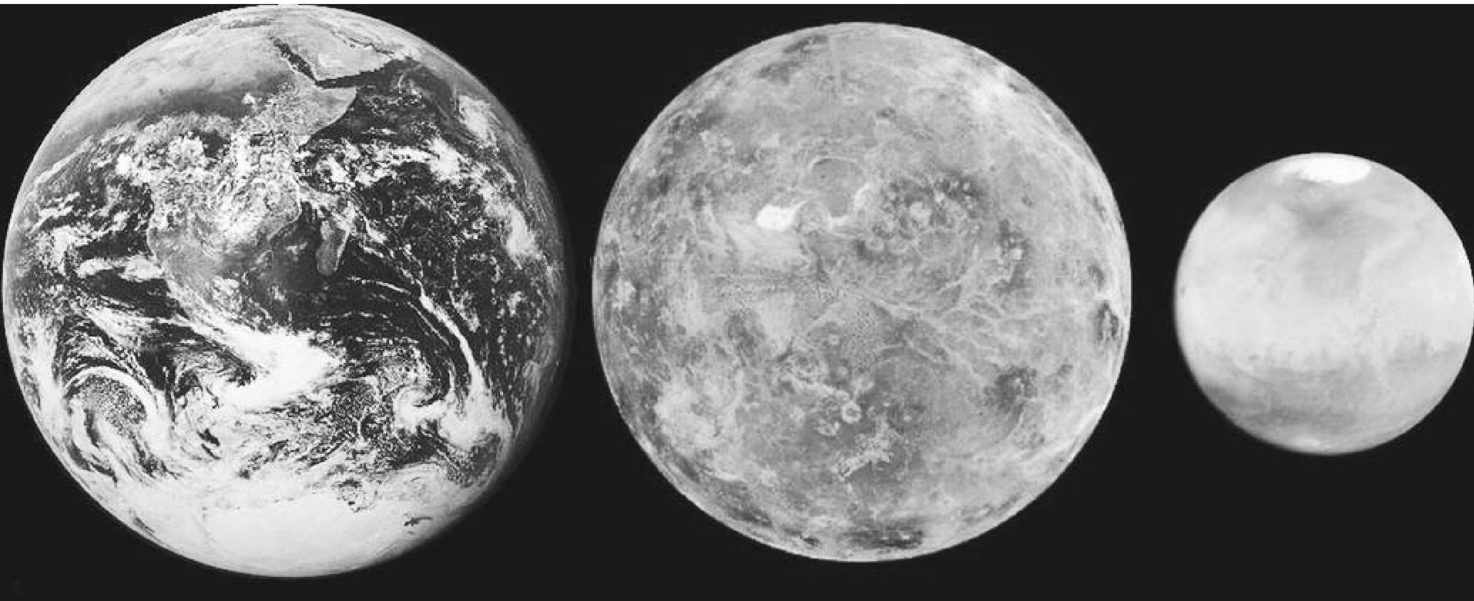
Por eso, menos que abrir bien las orejas no puede hacer la agencia espacial norteamericana que ya desmintió –no una sino dos veces– los reportes que indican que sus científicos encontraron fehacientemente evidencias de vida (microbiana y capaz de sobrevivir en ambientes extremos) en el planeta rojo, y que explicarían las extrañas lecturas de metano en la atmósfera marciana. La duda, malentendido o confusión surgió de hecho de dos frentes: el primero, cuando el sitio *www.space.com* publicó que los astrobiólogos Carol Stoker y Larry Lemke del Centro de Investigación Ames (en Sillicon Valley, Estados Unidos) habrían enviado un *paper* a la revista *Nature* con datos de última mano sobre la actividad biológica en el planeta rojo; y el segundo, cuando un tal Vittorio Formisano, de la Agencia Espacial Europea, afirmó furiosamente que uno de los instrumentos de la sonda europea había detectado otro gas en la atmósfera, formaldeído, supuestamente producido por la oxidación de 2,5 millones de toneladas de metano –un gas en la Tierra generado por bacterias– a la vez creado, según su parecer, por... vida microbiana en la superficie del planeta. Al italiano, que a los pocos días confesó que no podía demostrar sus declaraciones, lo sacaron volando casi de inmediato y hasta sus propios compañeros lo desmintieron. Pero el caso de la NASA sigue dando que hablar y los científicos norteamericanos prometen que rodarán cabezas. Es que una desmentida es de por sí sospechosa. La NASA generalmente deja correr el rumor hasta que se desbarranca y se esfuma. No fue así en esta ocasión.

Todo esto, en definitiva, hace resurgir nuevamente la pregunta: ¿por qué descubrir vida en Marte es tan importante? De alguna manera, es como un día percatarse de que en la eternamente abandonada casa de al lado habita alguien, agazapado en el sótano y sin ganas de recibir compañía. En este caso, por supuesto, hace décadas que ya nadie habla de hombrecitos verdes, personajes reservados –por suerte– a películas ahora bizarras, sino de "máquinas biológicas" más simples, eficientes y dominantes (en la Tierra), las bacterias. Existan o no en Marte, la lucha ahora parece estar enquistada en ver quién es el primero o primera en dar el grito, sostenido, claro está, por la firmeza de la evidencia.

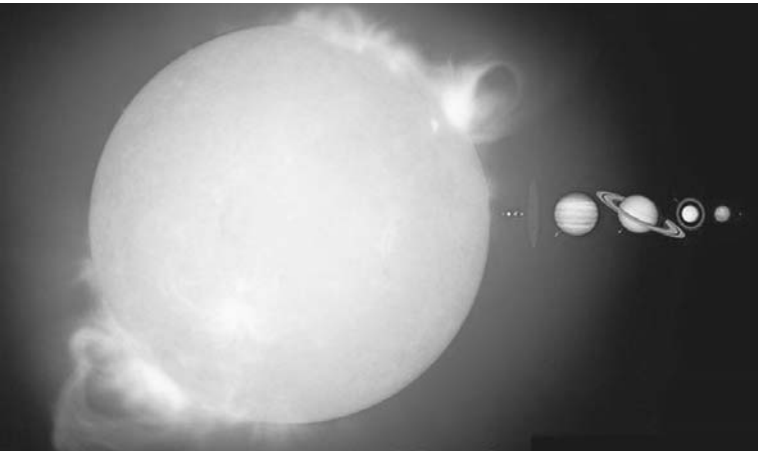


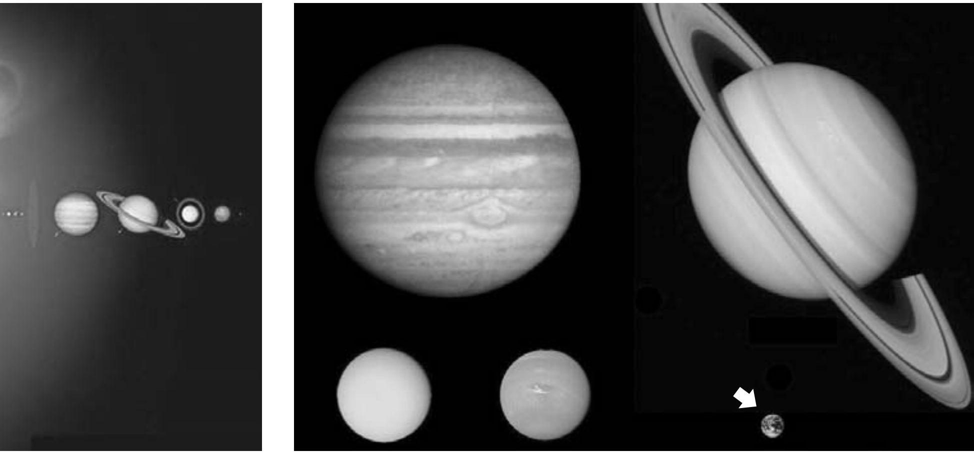
Universo a...

POR MARIANO RIBAS









LA TIERRA Y SUS VECINOS: ARRIBA, JUNTO A VENUS Y MARTE. ABAJO: CASI INVISIBLE EN COMPARACION CON EL SOL. DER.: JUNTO A LOS PLANETAS GASEOSOS.

Cuesta creerlo, pero hasta hace apenas unos cientos de años, la humanidad creía vivir en un universo extremadamente modesto. Allí la Tierra era el centro de todo, y a su alrededor giraban el Sol, la Luna y unos pocos planetas. Y más allá de ellos, una cáscara esférica de "estrellas fijas". Eso era todo. A mediados del siglo XVI, Copérnico puso al Sol en su lugar, y no fue poca cosa. Sin embargo, aun bastante tiempo más tarde, los astrónomos continuaron manejándose con un universo muy pequeño. En el mejor de los casos, se le estimaba un diámetro de unas decenas o cientos de millones de kilómetros. Pero los siglos no pasaron en vano. Y a esta altura del partido, el problema es exactamente inverso: tenemos un universo demasiado grande. Tanto que sus grotescas dimensiones, expresadas en miles y miles de millones de años luz, nos incomodan intelectualmente. Y por si fuera poco, sabemos que, además, está en plena expansión, cosa que viene haciendo desde sus orígenes, hace casi 14 mil millones de años. Asimilar las verdaderas proporciones del cosmos parece una tarea casi sin sentido. Sin embargo, podemos intentar algo: en esta edición de **Futuro** jugaremos con un universo a escala. Y así, tal vez, podamos paladear parte de su inmensidad.

TIERRA, LUNA Y SOL

Nuestro primer paso será reducir el diámetro de la Tierra (12.756 km) unas mil millones de veces. Es una medida muy drástica, cierto, pero, como iremos viendo más adelante, no hay más remedio. Así, nuestro planeta pasaría a ser una bolita de un centímetro. Entonces, la Luna (3476 km) tendría un diámetro de tres milímetros, y se ubicaría a 30 centímetros de distancia (que representan a los casi 400 mil kilómetros que realmente las separan). O dicho de otro modo: el ancho de esta doble página equivaldría al diámetro de la órbita lunar, siempre con la Tierra de un centímetro en el centro, y la Luna de tres milímetros en los bordes. Es sólo el comienzo, porque lo que sigue será mucho más impresionante.

Nuestra próxima estación es el Sol. Y a partir de ahora, a caminar, porque nuestra estrella está 400 veces más lejos que la Luna. Si la "bolita Tierra" estuviese en una esquina, tendremos que llegar hasta la otra para encontrarnos con el Sol (de casi 1,4 millón de kilómetros de diámetro), que aquí será una señora bola de un metro de diámetro. A nuestra escala, esa cuadra (y cada una de las que sigan) equivale a los 150 millones de kilómetros reales que nos separan de nuestra estrella. En el camino, por supuesto, nos encontraríamos con Venus (de 9 mm) y Mercurio (de 4 mm), a decenas de metros de nosotros, y entre sí. Ahora bien, esa cuadra sólo representaría el radio de la órbita terrestre, porque la órbita completa ocuparía un área similar a la de cuatro manzanas (dos por dos). La cosa va tomando color: sólo para representar razonablemente bien la escala del sistema Tierra-Sol, haría falta una plaza grande, con una bola de un metro en el centro y una bolita de un centímetro deambulando por los bordes.

CAMINANDO POR EL SISTEMA SOLAR

Sigamos caminando por la avenida astronómica, pero esta vez vamos para el otro lado. Salimos de la esquina donde está la Tierra, cruzamos la calle, y casi a la media cuadra nos estará esperando Marte, una rojiza bolita de seis milímetros (su diámetro real es de casi siete mil kilómetros). Pasamos de largo, llegamos a la siguiente esquina, y cruzamos: tenga cuidado, y mire para todos lados, porque justo por esa calle están pasando montones de asteroides desordenados, la mayoría de ellos del tamaño de un grano de arena, e incluso, menos. Es el famoso y superpoblado Cinturón de asteroides. Después de andar otras tres cuadras, sin encontrar nada más que alguno que otro ínfimo rastro de polvo interplanetario, o en el mejor de los casos un cometa vagabundo, llegamos a la esquina donde está Júpiter (143.000 kilómetros de diámetro), representado por un pomelo. Estamos a cuatro cuadras de la Tierra. Pero para llegar a Saturno, algo más chico que Júpiter, habrá que hacer cinco más. Valió la pena, porque el gran planeta anillado es uno de los espectáculos más increíbles de la naturaleza. Si mira con cuidado, verá que por ahí anda revoloteando la sonda Cassini, de la NASA (la misma que hace unas semanas envió a su compañera de viaje, la Huygens, hasta la mismísima superficie de Titán, la superluna de Saturno). Ya estamos a 10 cuadras del Sol y a nueve de la Tierra. ¿Ya se cansó? Bueno, paremos un poco.

Seguimos: la próxima estación es Urano, que está mucho más lejos. Siguiendo por la misma avenida, son otras 10 cuadras. Y 12 más para llegar hasta Neptuno. A nuestra escala, ambos mundos, gaseosos y azulados, tienen el tamaño de una nuez. Ya caminamos más de media hora a buen paso..., ¿falta mucho para Plutón? Otras diez: la helada esferita, de dos milímetros de diámetro, recién aparece a 40 cuadras del Sol. Y algunos de sus incontables vecinos del Cinturón de Kuiper (ese inmenso anillo de cuerpos congelados que rodea al Sol, marcando una suerte de frontera), se ubican, todavía, bastante más allá. De esta manera, el diámetro de nuestro modelo del Sistema Solar sería de unas 100 cuadras. Y no lo olvidemos: el Sol tendría un metro, y la Tierra, un centímetro.



LA ESCALA ESTELAR

Las distancias dentro del barrio solar están en el orden de los cientos y miles de millones de kilómetros. Y son lo suficientemente "chicas" como para poder reducirlas a escalas urbanas. Sin embargo, el panorama comienza a complicarse cuando nos introducimos en el medio interestelar. Ya no podremos seguir caminando. Y la única variante será volar con la imaginación. Veamos por qué: la estrella más cercana al Sol, el sistema triple de Alfa del Centauro, está unas seis mil veces más lejos que Plutón. Son más de 40 millones de millones de kilómetros de espacio casi vacío. Una distancia que la luz, viajando a 300 mil kilómetros por segundo, tarda cuatro años en recorrer: por eso se dice que Alfa del Centauro está cuatro años luz del Sistema Solar. Si mantuviésemos la escala anterior, aquella bola de un metro que representa al Sol estaría a unos 30 mil kilómetros de Alfa del Centauro (dos bolas similares, y una tercera, bastante más chica, girando en torno al par).

Es demasiado. De hecho, semejante modelo sería imposible de materializar en la superficie terrestre, porque no existen dos puntos en nuestro planeta que estén separados por semejante distancia (haciendo el trayecto más corto, se entiende). Así que para llegar a un esquema más comprensible, vamos a achicar todo 1000 veces: ahora, el Sol medirá un milímetro, Plutón (cien veces más chico que un grano de arena) estaría a cinco metros de él, y Alfa del Centauro a 30 kilómetros. Detengámonos un momento a pensarlo: ambas estrellas serían dos puntitos separados por 30 mil metros. Y eso es apenas un atisbo de lo que vendrá. Sirio, la estrella más brillante del cielo, sería otro puntito, ligeramente más grande, separado del Sol por una laguna de espacio de 60 kilómetros (equivalentes a los casi 9 años luz reales). La fabulosa Betelgeuse, una de las estrellas más grandes de la galaxia, sería una pelota playera a 2000 kilómetros (la distancia que hay entre la Capital Federal y las islas Malvinas). Y Rigel, a 6000 kilómetros: si aquel Sol de un milímetro estuviera ubicado en Buenos Aires, la azulada estrella (que podemos ver en estas noches de verano, brillando intensamente por encima de las Tres Marías) sería una pelota de tenis ubicada exactamente en el Polo Sur. Miles de kilómetros donde, muy de tanto en tanto, encontraríamos algunas "bolitas" estelares más, y migajas de polvo y gas interestelar. Sólo eso. Así son las cosas en el medio interestelar, donde las estrellas (y qué decir de los planetas) no son más que muy esporádicas salpicaduras de materia que distraen el vacío.

A pesar de haber comprimido el Sol a un milímetro, y los años luz a kilómetros, los números empiezan a escaparse una vez más. Para seguir adentrándonos en las profundidades de la galaxia en la que vivimos tendremos que hacer otro ajuste.

ACHICANDO LA GALAXIA

Vamos a achicar todo 1000 veces más. Ahora el Sol medirá una milésima de milímetro, cien veces menos que un grano de arena. Así, Plutón estará a 5 milímetros de nuestra estrella, Alfa del Centauro a 30 metros, y Rigel, a 6 kilómetros. Con este achique podemos empezar a sondear con más comodidad la enormidad de la Vía Láctea. La famosa Nebulosa de Orión, esa gran fábrica de soles, nos quedaría a 10 kilómetros (que equivaldrían a los 1500 años luz reales). El cúmulo globular Omega del Centauro, un monstruo esférico que reúne a 5 millones de soles, aparecería diez veces más lejos. Y el corazón de la Vía Láctea, esa metrópoli donde se amontona la mitad de la población estelar de la galaxia, y que aparentemente esconde en sus entrañas un súper agujero negro, distaría de nosotros unos 200 kilómetros. O sea: si el Sol fuese una partícula de polvo (en realidad, menos que eso) situada en el centro de la Capital Federal, el núcleo galáctico, en torno del cual gira esa partícula (y junto a ella, la Tierra y toda la familia solar) estaría en Montevideo. A esta misma escala, toda la Vía Láctea (con sus 100 mil años luz de diámetro) sería apenas un poco más grande que la provincia de Buenos Aires. Y el Sol, volvamos a decirlo, sería menos que una mota de polvo. Una entre 200 mil millones de "motas-estrellas".

VECINDARIO GALACTICO

Hasta hace poco más de un siglo, la mayoría de los astrónomos creía que la Vía Láctea era todo el universo. Si así fuera, aquí se terminaría nuestro viaje. Pero no es así: tal como descubrieron Edwin Hubble y otros científicos durante la década del '20, el cosmos es un mar de miles de millones de galaxias, separadas por aterradoras lagunas de espacio prácticamente vacío. Y por si fuera poco, está en constante expansión. Pero ése ya es otro gran tema. Lo cierto es que, si insistiéramos con la escala anterior, no llegaríamos a ninguna representación mentalmente asimilable de la macroestructura cósmica. La única forma de continuar es achicar todo un millón de veces. Y veremos qué ocurre.

Ahora, aquella Vía Láctea que tenía el tamaño de la provincia de Buenos Aires será un disco de escaso metro de diámetro. A menos de 20 metros, aparecerían sus dos pequeñas (comparativamente hablando, claro) galaxias satélites, la Nube Mayor y Menor de Magallanes. Y mirando en dirección exactamente contraria, y casi a 30 metros de distancia, nos encontraríamos con Andrómeda, la hermana mayor de la Vía Láctea. Todas estas islas estelares forman parte del llamado Grupo Local de galaxias, que, en total, cuenta con casi 40 integrantes. Y según la misma escala, todas entrarían en el volumen de un pequeño estadio. Como vemos, en términos comparativos, las distancias entre las galaxias son mucho, pero mucho más chicas que las que separan a las estrellas: en un cúmulo de galaxia, la distancia entre cada miembro y el otro es, en promedio, de unos diez diámetros galácticos. En cambio, la distancia promedio entre dos estrellas es de 100 millones de diámetros estelares. Sea como fuere, lo que salta a la vista, una vez más, es que la mayor parte del espacio está brutalmente vacía.

FRONTERAS COSMICAS

El Grupo Local es apenas uno más entre los millones y millones que pueblan el universo. Siguiendo con los parámetros anteriores, a 600 metros de nuestra vecindad galáctica, daríamos con el gran Cúmulo de Virgo, una agrupación de dos mil galaxias. Y viajando diez o doce veces más lejos, a 6 kilómetros de aquel pequeño estadio que contiene a la Vía Láctea y sus compañeras, llegaríamos al Cúmulo de Hércules. En el universo verdadero, esta fabulosa población de miles de galaxias está a unos 700 millones de años luz de nosotros. O sea: la luz de aquellas islas de estrellas que hoy está llegando a los telescopios terrestres, salió de allí antes de que aquí se produjera aquella gran explosión biológica del Cámbrico. Y podríamos seguir sondeando al cosmos bastante más allá. Los límites del universo observable se ubican a unos 13 mil millones de años luz de la Tierra (y lo de "observable" no es un detalle menor, porque, en realidad, es mucho, mucho más grande que eso). Llevando al límite de la practicidad nuestra escala galáctica, podríamos decir que esos "bordes" –que físicamente no son tales– estarían a 130 kilómetros, mirando en todas direcciones, desde aquella Vía Láctea de 1 metro de diámetro (una relación de 1/130.000), Haciendo un último esfuerzo de simplificación, eso equivaldría a una moneda de cinco centavos, rodeada por una extensión de espacio de 10 cuadras en todas las direcciones posibles. Así de perdida está nuestra galaxia en el mapa universal.

A esta altura, inevitablemente, surge otra cuestión: la dimensión temporal del universo. Un aspecto intelectualmente tan provocativo como su dimensión espacial: pensemos, sin más, que en ese mar de tiempo que ha transcurrido desde el Big Bang (el "estallido" que dio origen a todo lo que hoy existe), nuestras vidas no son más que un fugaz parpadeo. Pero ésa ya es otra historia que merece todo un capítulo aparte. Mientras tanto, hasta aquí llegamos en este viaje extraordinario: al fin de cuentas, nos hemos asomado conceptualmente al vértigo de los abismos cósmicos, la máxima expresión espacial de la existencia.

EN AVION POR EL COSMOS

Hay otra manera de asimilar las dimensiones del universo, al menos, del universo cercano. Y esta vez no utilizaremos medidas de espacio sino de tiempo: nos subiremos a un avión imaginario, y saldremos de la Tierra para recorrer, a 1000 kilómetros por hora, las distancias interplanetarias e interestelares. A primera vista, parece una buena velocidad, pero astronómicamente hablando es una miseria: de hecho, sólo para llegar a la Luna, tardaríamos 16 días. Y eso es lo más cercano que tenemos. Un viaje a Marte nos llevaría algo más de 6 años; hasta el Sol, 17, y a Júpiter, 70 años (toda una vida en el avión). No habría persona capaz de llegar viva hasta Saturno volando en este avión, porque el trayecto de más de mil millones de kilómetros nos tomaría 130 años. Y ni hablar de una excursión hasta Plutón: 660 años.

Pero nada es nada de todo lo anterior cuando el avión quisiera emprender un viaje interestelar. Esos míseros 1000 km/hora sólo servirían para llegar hasta Alfa del Centauro en 4 millones de años, el mismo tiempo que nos separa de los primeros homínidos africanos. El arribo al famoso cúmulo estelar de Las Pléyades demoraría casi 400 millones de años. Y habría que viajar en avión 6000 millones de años (quince veces más) hasta la Nebulosa del Cangrejo, esa gigantesca nube de gases en rápida expansión, producto de una explosión de supernova observada, aquí en la Tierra, en 1054. Y eso es más tiempo que la edad del Sistema Solar (unos 5 mil millones de años). Por último, si quisiéramos llegar al centro de la Vía Láctea, ubicado a 30 mil años luz de nosotros, necesitaríamos unos 30 mil millones de años... ¡dos veces la edad del universo! Y cosmológicamente hablando, sería ir hasta aquí nomás.

NOVEDADES EN CIENCIA

MANCHAS EN EL CIELO

nature

Fue un accidente, o mejor, lo que se dice un accidente con suerte: sin querer queriendo, científicos norteamericanos crearon por primera vez en la historia una micro aurora boreal artificial a 100 kilómetros de altura en Alaska, Estados Unidos. Nadie creía que podía hacerse, pero lo hicieron igual, a través de impulsos de radio generados por las antenas del sistema Haarp (High Frequency Active Auroral Research Program), un potente sistema militar del Pentágono dedicado al estudio de la ionosfera, es decir, la capa más alta de la atmósfera.



La mancha luminosa duró apenas unos minutos en el cielo y pudo ser observada a plena vista sin necesidad de telescopios u otros instrumentos técnicos. Y lo más curioso es que surgió por un error de cálculo: por lo general, la inmensa red de antenas instaladas cerca de la ciudad de Gakona en Alaska, y construida a principios de los años noventa, no es utilizada cuando se están produciendo auroras boreales naturales sobre la zona. Pero esta vez los investigadores norteamericanos lo hicieron, encendieron las antenas, las orientaron hacia una región algo más baja (100 kilómetros de altura), y lanzaron impulsos de radio (ondas electromagnéticas de alta frecuencia) hacia esa zona. Y *voilà*: allí estaba una aurora boreal artificial vivita y coleando, verde y brillante, que caprichosamente aparecía y desaparecía en el cielo. Los científicos norteamericanos no podían creer lo que vieron primero a través de sus telescopios; salieron de sus oficinas y la observaron a ojo pelado.

Las auroras boreales naturales se forman en la capa más alta de la atmósfera, a una altura de entre 70 y 150 kilómetros desde la superficie, cuando grandes cantidades de rayos ultravioletas y de rayos X, así como corrientes de protones y electrones, penetran en la magnetosfera terrestre y chocan con las moléculas de gas de la atmósfera, produciendo una serie de curiosas luces en el cielo o, para el que las ve, los más espectaculares fuegos artificiales, regalo de la naturaleza.

EL RUIDO DE LA COMIDA

NewScientist

A la hora de comer, el ser humano medio, sea alto, bajo, hombre o mujer, privilegia tres aspectos de sus alimentos: sabor, aroma y temperatura. No es el caso de las voraces termitas para las cuales lo fundamental a la hora de sentarse a comer es el ruido generado cuando mastican todo lo que encuentran a su paso, dato con el que deciden qué pedazos tragar y cuáles no. Así lo acaba de revelar un equipo de entomólogos australianos, para quienes el descubrimiento –en apariencia poco importante– puede llegar a ser la clave para lograr una definitiva erradicación de estos insectos invasores de casas y edificios.



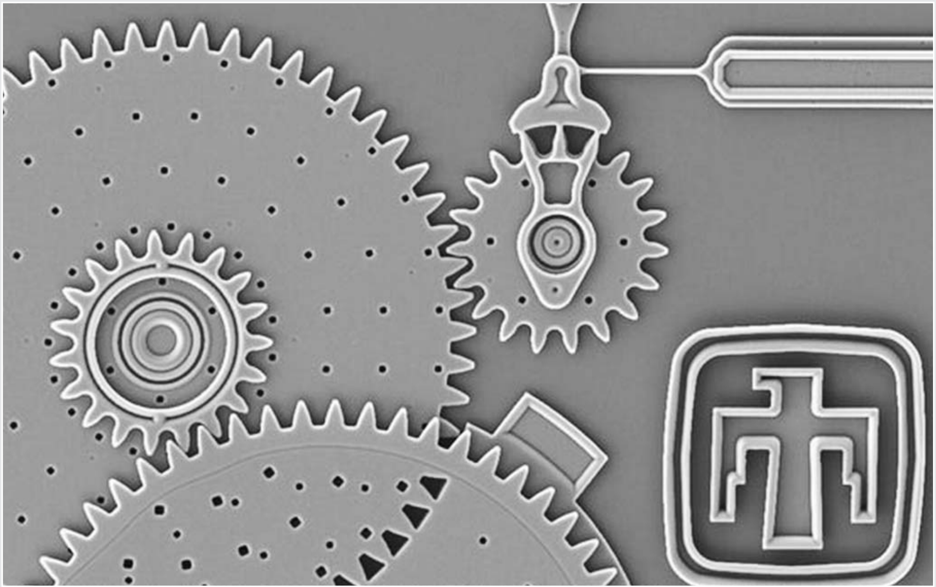
"Ellas detectan las vibraciones producidas –en el orden de los 7.2 kilohertz– mientras mastican la madera", explicó Theodore Evans, del Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation en Canberra, Australia. "Según parece, estos insectos ciegos también usan información que proviene de sus mandíbulas, antenas y patas para identificar la dureza y composición química de la madera."

Los científicos estudiaron concisamente el comportamiento de las termitas de madera seca, *Cryptotermes domesticus*, que invaden frecuentemente casas y edificios con bases de madera, y en cierta manera acabaron con la fama que rodea a estos insectos: "Las termitas no comen todo lo que se les ponga enfrente; en realidad –advirtió el equipo– discriminan cada pedazo de madera que entra en sus bocas."

El artilugio, sin embargo, no es sólo empleado con la comida. Al parecer, estas termitas acuden a las vibraciones acústicas para detectar la presencia de otras especies de termitas en el mismo pedazo de madera y evitar así competir con ellas.

Según los científicos australianos, con esta información será más fácil desarrollar instrumentos con los cuales ahuyentar a las termitas sin fumigar y sin tener el desagradable placer de pisarlas.

IMAGEN DE LA SEMANA



Los llaman cariñosamente "MEMS" (en vez de "sistemas microelectromecánicos") y son versiones en miniatura, completamente funcionales, de motores, switchers y equipos eléctricos. Vienen en tamaños que arañan la millonésima parte del metro y sus máximos productores son los Sandia Labs, en Estados Unidos. Son tan sorprendentes y versátiles que existen incluso MEMS capaces de ser inyectados en el torrente sanguíneo del (ratón) diabético para allí liberar insulina.

FINAL DE JUEGO

POR LEONARDO MOLEDO

–La verdad –dijo el Comisario Inspector– es que la idea de que la inducción se produce antes y no después de los experimentos no deja de ser interesante. Recapitulo un poco: yo recordé que el mismo Newton sostenía un enfoque experimentalista: que se hacen experimentos que luego se extienden por inducción, pero que este enfoque es poco satisfactorio, ya que, por un lado, la selección de los datos requiere alguna teoría previa, lo cual significa que, si hay inducción, hay inducción posterior a la teoría que preside la selección de los datos.

–Y esa teoría puede derivarse de factores exógenos a la ciencia –dijo Kuhn–, factores culturales, religiosos, o económicos.

–Con el inconveniente de que la inducción no garantiza la verdad –dijo el Comisario Inspector–, y que la inducción forzosamente se hace sobre un número finito de casos. Esta postura encaja con la idea de que la ciencia es siempre provisoria; como se induce sobre un número finito de experimentos, el número de experimentos puede aumentar, y dar así representaciones más fieles del mundo. Pues bien, mi postura era que hay un momento de inducción previo a los experimentos o, por lo menos, a los experimentos modernos, que es el siguiente: el experimento moderno se construye de tal modo que en él se ve (o se cree ver) "el fenómeno puro", y había puesto como ejemplo la caída en un tubo de vacío. Pero ese experimento está construido de tal modo que representa todos los experimentos posibles, en cualquier momento y lugar. En suma, que en realidad no se trata de un solo experimento sino de infinitos experimentos. Y esa inducción, previa al fenómeno, sí conserva la verdad, y es lógicamente válida. Ahora, ¿cómo puede ser que un proceso de inducción sea verdadero? O bien no se trata de una verdadera inducción, o bien se induce sobre un conjunto, aunque infinito, de elementos idénticos. –O bien se trata de una tautología –dijo Kuhn–, como si yo dijera: bueno, he visto siete conejos blancos... de allí induzco que todos los conejos que sean idénticos a cualquiera de ellos son blancos. De allí mi objeción: esa inducción previa se basa en una hipótesis previa; el espacio y el tiempo son homogéneos, hipótesis que de ninguna manera es trivial. Por ejemplo, el universo aristotélico no era homogéneo, y de un experimento hecho en el mundo sublunar no se podía deducir nada relativo al mundo supralunar.

–Pero sí al mundo sublunar –dijo el Comisario Inspector.

–Ese es un truco –dijo Kuhn–. Lo que pasa es que la primera hipótesis que sale de la revolución científica (y en esto se diferencian Copérnico y Galileo) es justamente la homogeneidad del espacio y el tiempo euclídeos. Es un espacio y tiempo geométrico, matemático y, por lo tanto, homogéneo, y entonces sí se puede llevar a cabo esa inducción previa.

–Bueno –dijo el Comisario Inspector–, pero son hipótesis muy básicas, casi hipótesis que quedan fuera de la ciencia o, dicho de otra manera, previas a la ciencia.

–Eso es jugar con trampa –dijo Kuhn–. Si una hipótesis determina la metodología de la ciencia, no queda fuera de la ciencia.

–Hay que seguir pensando este asunto –dijo el Comisario Inspector–. Pero es interesante que coincida con nuestras categorías mentales; y a propósito de eso yo decía que para encontrar la ley de la caída de los cuerpos o, mejor dicho, la ley que establece que en el vacío todos los cuerpos caen de la misma manera, no es necesario hacer ningún experimento.

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Quién tiene razón? ¿Y creen que hay que seguir pensándolo?

FRAGMENTOS

¿POR QUE EXISTE LA GENTE?

POR RICHARD DAWKINS

La vida inteligente sobre un planeta alcanza su mayoría de edad cuando resuelve el problema de su propia existencia. Si alguna vez visitan la Tierra criaturas superiores procedentes del espacio, la primera pregunta que formularán, con el fin de valorar el nivel de nuestra civilización, será: "¿Han descubierto, ya, la evolución?". Los organismos vivientes han existido sobre la Tierra, sin nunca saber por qué, durante más de tres mil millones de años, antes de que la verdad, al fin, fuese comprendida por uno de ellos. Por un hombre llamado Charles Darwin. Para ser justos debemos señalar que otros percibieron indicios de la verdad, pero fue Darwin quien formuló una relación coherente y valedera de por qué existimos. Darwin nos capacitó para dar una respuesta sensata al niño curioso cuya pregunta encabeza este capítulo. Ya no tenemos necesidad de recurrir a la superstición cuando nos vemos enfrentados a problemas profundos tales como: ¿existe un significado de la vida?, ¿por qué razón existimos?, ¿qué es el hombre? Después de formular la última de estas preguntas, el eminente zoólogo G.G. Simpson afirmó lo siguiente: "Deseo insistir ahora en que todos los intentos efectuados para responder a este interrogante antes de 1859 carecen de valor, y en que asumiremos una posición más correcta si ignoramos dichas respuestas por completo".

En la actualidad, la teoría de la evolución está tan sujeta a dudas como la teoría de que la Tierra gira alrededor del Sol, pero las implicaciones totales de la revolución de Darwin no han sido comprendidas, todavía, en toda su amplitud. La zoología es, hasta el presente, una materia minoritaria en las universidades, y aun aquellos que escogen su estudio a menudo toman su decisión sin apreciar su profundo significado filosófico. La filosofía y las materias conocidas como "humanidades" todavía son enseñadas como si Darwin nunca hubiese existido. No hay duda de que esta situación será modificada con el tiempo. En todo caso, el presente libro no tiene el propósito de efectuar una defensa general del darwinismo. En cambio, examinará las consecuencias de la teoría de la evolución con el fin de dilucidar un determinado problema. El propósito de este autor es examinar la biología del egoísmo y del altruismo.

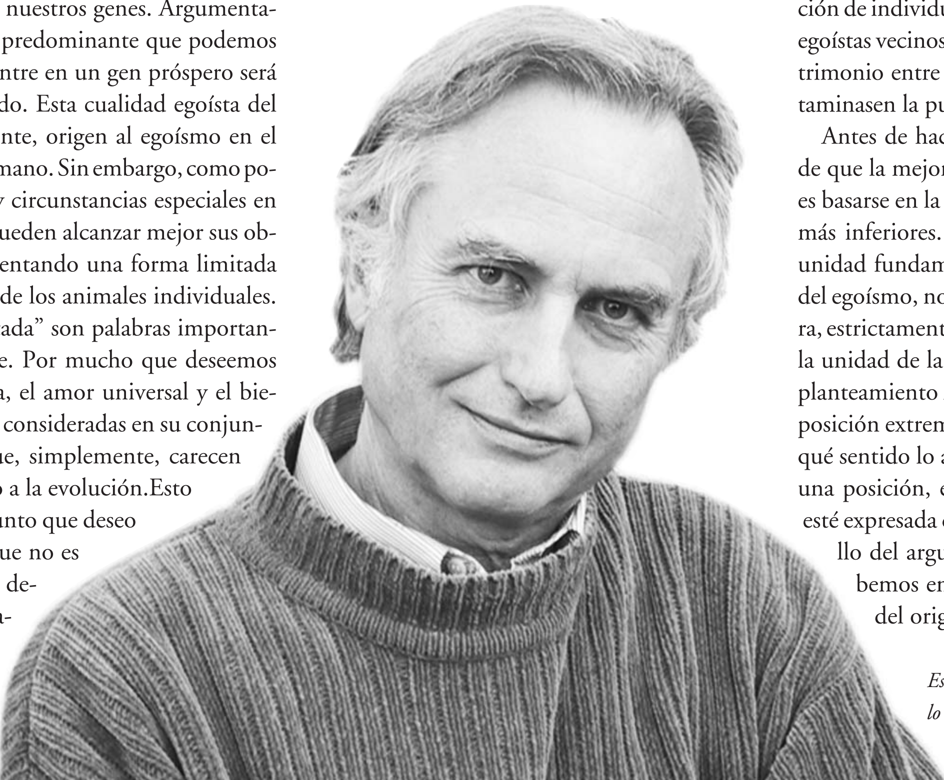
Aparte de su interés académico, es obvia la importancia humana de este tema. Afecta a todos los aspectos de nuestra vida social, a nuestro amor y odio, lucha y cooperación, al hecho de dar y de robar, a nuestra codicia y a nuestra generosidad. (...)

El planteamiento del presente libro es que nosotros, al igual que todos los demás animales, somos máquinas creadas por nuestros genes. De la misma manera que los prósperos gangsters de Chicago, nuestros genes han sobrevivido, en algunos casos durante millones de años, en un mundo altamente competitivo. Esto nos autoriza a suponer ciertas cualidades en nuestros genes. Argumentaré que una cualidad predominante que podemos esperar que se encuentre en un gen próspero será el egoísmo despiadado. Esta cualidad egoísta del gen dará, normalmente, origen al egoísmo en el comportamiento humano. Sin embargo, como podremos apreciar, hay circunstancias especiales en las cuales los genes pueden alcanzar mejor sus objetivos egoístas, fomentando una forma limitada de altruismo a nivel de los animales individuales. "Especiales" y "limitada" son palabras importantes en la última frase. Por mucho que deseemos creer de otra manera, el amor universal y el bienestar de las especies consideradas en su conjunto son conceptos que, simplemente, carecen de sentido en cuanto a la evolución. Esto me lleva al primer punto que deseo establecer sobre lo que no es este libro. No estoy defendiendo una moralidad basada en la evolución. Estoy diciendo cómo han evolucionado las cosas. No estoy planteando cómo nosotros, los seres humanos, debiéramos comportarnos. Subrayo este punto pues sé que estoy en peligro de ser mal interpretado por aquellas personas, demasiado numerosas, que no pueden distinguir una declaración que denote convencimiento de una defensa de lo que debería ser. Mi propia creencia es que una sociedad humana basada simplemente en la ley de los genes, de un egoísmo cruel universal, sería una sociedad muy desagradable en la cual vivir. Pero, desgraciadamente, no importa cuánto deploremos algo, no por ello deja de ser verdad. Este libro tiene como propósito principal el de ser interesante, pero si el lector extrae una moraleja de él, debe considerarlo como una advertencia. Una advertencia de que si el lector desea, tanto como yo, construir una sociedad en la cual los individuos cooperen generosamente y con altruismo al bien común, poca ayuda se puede esperar de la naturaleza biológica. Tratemos de enseñar la generosidad y el altruismo, porque hemos nacido egoístas. Comprendamos qué se proponen nuestros genes egoístas, pues entonces tendremos al menos la oportunidad de modificar sus designios, algo a que ninguna otra especie ha aspirado jamás.

Como corolario a estas observaciones sobre la enseñanza, debemos decir que es una falacia –sea dicho de paso, muy común– el suponer que los rasgos genéticamente heredados son, por definición, fijos e inmodificables. Nuestros genes pueden ordenarnos ser egoístas, pero no estamos, necesariamente, obligados a obedecerlos durante toda nuestra vida. Sería más fácil aprender a ser altruistas si estuviésemos genéticamente programados para ello. El hombre es, entre los animales, el único dominado por la cultura, por influencias aprendidas y transmitidas de una generación a otra. Algunos afirmarán que la cultura es tan importante que los genes, sean egoístas o no, son virtualmente irrelevantes para la comprensión de la naturaleza humana. Otros estarán en desacuerdo con la observación anterior. Todo depende de la posición que se asuma en el debate "naturaleza frente a educación", consideradas como determinantes de los atributos humanos. (...)

Los seres humanos y los mandriles han evolucionado de acuerdo a una selección natural. Si se considera la forma en que ésta opera, se puede deducir que cualquier ser que haya evolucionado por selección natural será egoísta. Por lo tanto, debemos suponer que cuando nos disponemos a observar el comportamiento de los mandriles, de los seres humanos y de todas las demás criaturas vivientes, encontraremos que son egoístas. Si descubrimos que nuestra expectativa era errónea, si observamos que el comportamiento humano es verdaderamente altruista, entonces nos enfrentamos a un hecho enigmático, algo que requiere una explicación.

Antes de seguir adelante, necesitamos una definición. Un ser, como el mandril, se dice que es altruista si se comporta de tal manera que contribuya a aumentar el bienestar de otro ser semejante a expensas de su propio bienestar. Un comportamiento egoísta produce exactamente el efecto contrario. El "bienestar" se define como "oportunidades de supervivencia", aun cuando el efecto sobre las probabilidades reales de vida y muerte sea tan pequeño que parezca insignificante. Una de las consecuencias sorprendentes de la versión moderna de la teoría darwiniana es que las pequeñas influencias, aparentemente triviales, pueden ejercer un impacto considerable en la evolución. Esto se debe a la enorme cantidad de tiempo disponible para que tales influencias se hagan sentir. (...)



La evolución opera por selección natural y la selección natural significa la supervivencia diferencial de los "más aptos". Pero, ¿estamos hablando sobre los individuos más aptos, las razas más aptas, las especies más aptas, o de qué? En algunos casos, esto no tiene mayor importancia, pero cuando hablamos de altruismo es, obviamente, crucial. Si son las especies las que están compitiendo en lo que Darwin llamó la lucha por la existencia, el individuo parece ser considerado como un peón en el juego destinado a ser sacrificado cuando el interés primordial de la especie, considerada en su conjunto, así lo requiera. Para plantearlo de una manera un poco menos respetable, un grupo, tal como una especie o una población dentro de una especie, cuyos miembros individuales estén preparados para sacrificarse a sí mismos por el bienestar del grupo, puede tener menos posibilidades de extinguirse que un grupo rival cuyos miembros individuales sitúan, en primer lugar, sus propios intereses egoístas. Por lo tanto, el mundo llega a poblarse, principalmente, por grupos formados por individuos resueltos a sacrificarse a sí mismos. Esta es la teoría de la "selección de grupos", asumida como verdadera desde hace mucho tiempo por biólogos no familiarizados con los detalles de la teoría de la evolución publicada en un famoso libro de V.C. Wynne Edwards. La alternativa ortodoxa es denominada, normalmente, "selección individual", aun cuando yo, personalmente, prefiero hablar de selección de genes.

La pronta respuesta del partidario de la "selección individual" al argumento recién planteado podría ser algo así: aun en el grupo de los altruistas habrá, casi con certeza, una minoría que disienta y que rehúse hacer cualquier sacrificio en bien de los demás, y si existe sólo un rebelde egoísta, preparado para explotar el altruismo de los otros, él, por definición, tendrá mayores posibilidades de sobrevivir y de tener hijos. Cada uno de estos hijos tenderá a heredar sus rasgos egoístas. Luego de transcurridas varias generaciones de esta selección natural, el "grupo altruista" será superado por los individuos egoístas hasta llegar a identificarse con el grupo egoísta. Aun si hacemos la concesión de admitir el caso improbable de que existan grupos puramente altruistas, es muy difícil imaginar cuáles serían los factores que pudieran impedir la migración de individuos egoístas provenientes de grupos egoístas vecinos y evitar que éstos, mediante el matrimonio entre miembros de ambos grupos, contaminasen la pureza de los grupos altruistas.

Antes de hacerlo debo reivindicar mi creencia de que la mejor forma de considerar la evolución es basarse en la selección que ocurre en los niveles más inferiores. (...) Defenderé la tesis de que la unidad fundamental de selección, y por lo tanto del egoísmo, no es la especie ni el grupo, ni siquiera, estrictamente hablando, el individuo. Es el gen, la unidad de la herencia. A algunos biólogos este planteamiento les podrá parecer, al principio, una posición extrema. Espero que cuando aprecien en qué sentido lo afirmo, estén de acuerdo en que es una posición, en esencia, ortodoxa, aun cuando esté expresada de una manera insólita. El desarrollo del argumento requiere un tiempo, y debemos empezar desde el principio, a partir del origen de la vida misma.

Este fragmento corresponde al primer capítulo del libro El gen egoísta, las bases biológicas de nuestra conducta*, del zoólogo inglés Richard Dawkins.*